

**KUALITAS *REPAIR WELDING*
MENGUNAKAN METODE PENGELASAN MIG DENGAN
PERLAKUAN *PREHEATING* DAN *POST WELD HEAT TREATMENT*
PADA *CAST WHEEL* ALUMINIUM**



SKRIPSI

Oleh:

DENY FARHAN ARRASYID

NIM. K2512026

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Oktober 2016**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deny Farhan Arrasyid
NIM : K2512026
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

menyatakan bahwa skripsi saya berjudul **“KUALITAS *REPAIR WELDING* MENGGUNAKAN METODE PENGELASAN MIG DENGAN PERLAKUAN *PREHEATING* DAN *POST WELD HEAT TREATMENT* PADA *CAST WHEEL ALUMINIUM*”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Oktober 2016

Yang membuat pernyataan



Deny Farhan Arrasyid

**KUALITAS *REPAIR WELDING*
MENGUNAKAN METODE PENGELASAN MIG DENGAN
PERLAKUAN *PREHEATING* DAN *POST WELD HEAT TREATMENT*
PADA *CAST WHEEL* ALUMINIUM**

**Oleh:
DENY FARHAN ARRASYID
NIM. K2512026**

**Skripsi
Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Oktober 2016**

PERSETUJUAN

Nama : Deny Farhan Arrasyid

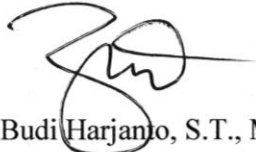
NIM : K2512026

Judul Skripsi : Kualitas *Repair Welding* Menggunakan Metode Pengelasan MIG dengan Perlakuan *Preheating* dan *Post Weld Heat Treatment* pada *Cast Wheel* Aluminium

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Persetujuan Pembimbing

Pembimbing I,



Budi Harjanto, S.T., M.Eng.

NIP 197901162005011001

Pembimbing II,



Yuyun Estriyanto, S.T., M.T.


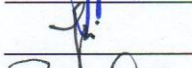
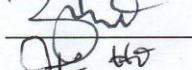

NIP 197801132002121009

PENGESAHAN

Nama : Deny Farhan Arrasyid
NIM : K2512026
Judul skripsi : Kualitas *Repair Welding* Menggunakan Metode Pengelasan MIG dengan Perlakuan *Preheating* dan *Post Weld Heat Treatment* pada *Cast Wheel Aluminium*

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Selasa, tanggal 4 Oktober 2016 dengan hasil LULUS dan revisi maksimal 2 bulan. Skripsi telah direvisi dan mendapat persetujuan dari Tim Penguji.

Persetujuan hasil Revisi oleh Tim Penguji:

Nama Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Dr. Suharno, S.T., M.T.		21/10/16
Sekretaris : Dr. Eng. Nyenyep Sriwardani, S.T., M.T.		19/10 - 2016
Anggota I : Budi Harjanto, S.T., M.Eng.		17/10/16
Anggota II : Yuyun Estriyanto, S.T., M.T.		20/10/16

Skripsi disahkan oleh Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin pada

Hari : Jumat
Tanggal : 21 Oktober 2016

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Sebelas Maret,



Dr. Joko Nurkamto, M.Pd.
NIP 196101241987021001

Kepala Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Suharno, S.T., M.T.
NIP. 197106032006041001

ABSTRAK

Deny Farhan Arrasyid. K2512026. **KUALITAS REPAIR WELDING MENGGUNAKAN METODE PENGELASAN MIG DENGAN PERLAKUAN PREHEATING DAN POST WELD HEAT TREATMENT PADA CAST WHEEL ALUMINIUM.** Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Oktober 2016.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) untuk mengidentifikasi komposisi kimia dan standar kodifikasi paduan aluminium pada *cast wheel* aluminium; (2) untuk mengidentifikasi bentuk struktur mikro sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan menggunakan metode pengelasan MIG dengan perlakuan *preheating* dan *Post Weld Heat Treatment (PWHT)* pada *cast wheel* aluminium; (3) untuk mengetahui tingkat kekerasan sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan menggunakan metode pengelasan MIG dengan perlakuan *preheating* dan *PWHT* pada *cast wheel* aluminium; (4) untuk mengidentifikasi tingkat kekuatan impak sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan menggunakan metode pengelasan MIG dengan perlakuan *preheating* dan *PWHT* pada *cast wheel* aluminium.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil spesimen dari *cast wheel* aluminium yang dibuat sesuai ukuran standar penelitian, kemudian dilakukan pengelasan metode MIG menggunakan elektroda ER4043 dengan perlakuan *preheating* dan *PWHT*. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif yaitu mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian dianalisis dan menyimpulkan hasil penelitian. Sebagai parameter input pada penganalisisan data meliputi pengujian komposisi kimia, struktur mikro, nilai kekerasan, dan kekuatan impak.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) komposisi kimia setelah proses pengelasan mengalami perubahan prosentase, unsur Al mengalami penurunan dari 91,47% menjadi 88,29%, sedangkan unsur Si dari 7,41% menjadi 10,9%; (2) struktur mikro pada *raw material* berupa paduan aluminium primer (α -Al) yang berwarna terang mengkilap dikelilingi butiran-butiran silikon yang berwarna abu-abu gelap, pada daerah *HAZ* terjadi perpindahan butiran Al menuju aluminium primer (α -Al) sehingga butiran Si menjadi paduan Si primer diantara α -Al, sedangkan pada daerah lasan terlihat butiran Si lebih sedikit dan tersebar tidak merata pada permukaan aluminium primer (α -Al); (3) nilai kekerasan spesimen *raw material* lebih tinggi dibandingkan spesimen hasil pengelasan, yaitu 103,381VHN pada *raw material* dan 38,057VHN pada daerah las, sedangkan pada daerah *HAZ* memiliki nilai kekerasan 42,016VHN. (4) kekuatan impak pada spesimen hasil pengelasan lebih baik dibandingkan dengan spesimen *raw material*, yaitu 0,0386 J/mm², sedangkan kekuatan impak rata-rata pada spesimen hasil pengelasan adalah 0,067 J/mm².

Kata kunci: Las MIG, *Preheating*, *PWHT*, *Cast Wheel* Aluminium, *Repair Welding*.

ABSTRACT

Deny Farhan Arrasyid. K2512026. STUDY ON THE QUALITY OF REPAIR WELDING USING MIG METHODS WITH PREHEATING AND POST WELD HEAT TREATMENT TO CAST WHEEL ALUMINIUM. Thesis, Teacher Training and Education Faculty, Sebelas Maret University Surakarta, September 2016.

The purpose of this research are: (1) to identification the chemical composition and aluminium alloy standard codification of cast wheel aluminium; (2) to identification the microstructure before and after welding using MIG methods with preheating and post weld heat treatment on the aluminium cast wheel; (3) to know the level of hardness number before and after welding using MIG methods with preheating and post weld heat treatment on the aluminium cast wheel; (4) to identification the level of impact strength before and after welding using MIG methods with preheating and post weld heat treatment on the aluminium cast wheel.

This research was conducted by taking specimens from cast wheel aluminum are made according to the research standard size, and then made with MIG welding method using electrodes ER4043 with preheating and PWHT. Data analysis techniques in this study using descriptive data analysis that is directly observed experimental results and then analyzed and the results of the study concluded. As an input parameter in analyzing the data includes the testing of chemical composition, microstructure, hardness and impact strength.

From the research, we can concluded that: (1) the chemical composition after welding process has change the percentage, the Al elements decreased from 91.47% to 88.29%, while the Si element increased from 7.41% to 10.9%; (2) microstructure in the raw materials such as aluminum alloy primer (α -Al) are colored bright shiny surrounded by granules of silicon colored dark gray, the area HAZ has been displacement of granular Al toward primary aluminum (α -Al), so granular of Si become Si primary alloys between α -Al, while the grains of Si in the weld region are looks less and unevenly distributed on the surface of primary aluminum (α -Al); (3) hardness values of raw material spesimens was higher than weld specimens, that is 103,381VHN on raw materials and 38,057VHN in the weld area, while the hardness value of HAZ region is 42,016VHN; (4) the result of impact strength on MIG welding specimens better than the raw material specimens, ie 0.0386 J/mm², while the average impact strength at weld specimen was 0.067 J / mm².

Keywords: MIG Welding, Preheating, PWHT, Cast Wheel Aluminium, Repair Welding.

MOTTO

“Karena sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan lain”

(Q.S. Al-Insyirah: 6-7)

“Jika seseorang bepergian dengan tujuan untuk mencari ilmu, maka Allah SWT akan menjadikan perjalanannya bagaikan perjalanan menuju surga”

(Nabi Muhammad SAW)

“Pendidikan merupakan senjata yang paling mematikan di dunia, karena dengan Pendidikan mampu mengubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

(Thomas Alva Edison)

“Manusia tidak merancang untuk gagal, mereka gagal untuk merancang”

(William J. Siegel)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Bapak dan Ibu

“Terima kasih atas doa restu, bimbingan, dukungan dan kasih sayang yang selalu diberikan kepadaku”

Sahabat-sahabat NOMADEN

“Terima kasih atas masukan, inspirasi, dan semangat yang kalian berikan dalam menyelesaikan skripsi ini”

Toni, Rima, Toat

“Terima kasih teman seperjuangan penelitian atas kerjasamanya, panas hujan, siang malam tidak menjadi penghalang demi terselesaikannya skripsi ini”

Rekan-rekan PTM 2012

“Terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya”

Almamater Universitas Sebelas Maret

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena telah memberikan rahmat dan karunia-Nya berupa ilmu, inspirasi, kesehatan dan keselamatan. Atas kehendak-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **KUALITAS *REPAIR WELDING* MENGGUNAKAN METODE PENGELASAN MIG DENGAN PERLAKUAN *PREHEATING* DAN *POST WELD HEAT TREATMENT* PADA *CAST WHEEL* ALUMINIUM**”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Peneliti menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Joko Nurkamto, M.Pd., Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Dr. Suharno, S.T., M.T., Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Budi Harjanto, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing I, yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Yuyun Estriyanto, S.T., M.T., selaku Pembimbing II, yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Kepala INLASTEK Surakarta, yang telah memberikan kesempatan melakukan *research* di bengkel pengelasan.
6. Kepala Laboratorium Politeknik Manufaktur Ceper, yang telah memberikan kesempatan melakukan *research* pengujian komposisi kimia.
7. Kepala Laboratorium Bahan Teknik, Jurusan Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, yang telah memberikan kesempatan melakukan *research* perlakuan *post weld heat treatment*, pengujian kekerasan, kekuatan impact dan struktur mikro.

8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak mungkin disebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan peneliti. Meskipun demikian, peneliti berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi peneliti pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Oktober 2016

Peneliti,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
HALAMAN LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR, DAN HIPOTESIS	
A. Kajian Pustaka	
1. <i>Repair Welding</i>	7
2. Kualitas Sifat Fisik dan Mekanik	8
3. <i>Cast Wheel</i> Aluminium dan Paduan Aluminium	10
4. Pengelasan Aluminium dan Paduannya	14
5. Pengelasan MIG	17
6. Perlakuan Panas pada Aluminium Paduan	27
7. Perlakuan <i>Preheating</i>	31

8. Perlakuan <i>Post Weld Heat Treatment</i> (PWHT)	34
9. Uji Komposisi	36
10. Uji Struktur Mikro	36
11. Uji Kekerasan.....	38
12. Uji Impak	39
B. Kerangka Berpikir.....	44
C. Hipotesis Penelitian.....	45
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	46
B. Rancangan Penelitian	47
C. Populasi dan Sampel	48
D. Teknik Pengambilan Sampel.....	49
E. Teknik Pengumpulan Data.....	49
F. Instrumen Penelitian.....	50
G. Prosedur Penelitian.....	55
H. Analisis Data	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	65
B. Pembahasan Hasil Analisis Data.....	69
BAB V PENUTUP	
A. Simpulan	76
B. Implikasi.....	77
C. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Bentuk Penembusan dari Pemakaian Dua Gas Pelindung	16
2.2. Pemindahan Sembur pada Las MIG	19
2.3. Mesin Las MIG	21
2.4. Bagian-bagian Utama <i>Wire Feeder</i>	21
2.5. Tang Las MIG	22
2.6. Sepatu Kabel	23
2.7. Silinder dan Regulator Gas Pelindung	24
2.8. Perlengkapan <i>GMAW/MIG</i>	24
2.9. Penyetelan <i>Wire Feeder</i>	25
2.10. Hubungan Suhu Terhadap Waktu pada Perlakuan Panas	
Pengerasan Presipitasi	28
2.11. Kurva Kekerasan Paduan Al-Cu Terhadap Waktu <i>Aging</i> pada	
Temperatur <i>Aging</i>	30
2.12. Posisi Indentor dalam Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	39
2.13. Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	40
2.14. Bahan Uji “Izod”	41
2.15. Kedudukan Bahan “Izod”	41
2.16. Spesifikasi Bahan Uji <i>Charpy</i>	42
2.17. Kedudukan Bahan Uji <i>Charpy</i>	42
2.18. Mesin Uji Pukul Takik	43
2.19. Dasar Penentuan Daya dalam Pengujian Impak	43
2.20. Kerangka Berpikir	45
3.1. Proses Pemesinan	50
3.2. Gergaji Potong	51
3.3. Kikir	51
3.4. Las MIG dan Perlengkapannya	52
3.5. Oven Pemanas Listrik	52
3.6. <i>Spectrometer Metal Scan</i>	53
3.7. <i>Olympus Metallurgical Microscope</i>	53

3.8. <i>Micro Hardness Tester</i>	53
3.9. Alat Uji Kekuatan Impak	54
3.10. Bahan Penelitian	54
3.11. Proses Penelitian	55
3.12. Potongan <i>Cast Wheel</i> Aluminium	56
3.12. Spesimen Uji Komposisi Kimia	57
3.13. <i>Preheating</i>	58
3.14. Hubungan antara Suhu, Waktu Perlakuan pada Material	59
3.15. Pengelasan MIG	59
3.16. Hubungan antara Suhu dan Waktu Perlakuan terhadap Aluminium	60
4.1. Struktur Mikro <i>Raw Material</i> Perbesaran 50X	71
4.2. Struktur Mikro Daerah Las pada Material Hasil Pengelasan MIG perbesaran 100X	71
4.3. Struktur Mikro Daerah Las, HAZ, dan <i>Base Material</i> pada Material Hasil Pengelasan MIG Perbesaran 50X	72
4.4. Histogram Nilai Rata-rata Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	73
4.5. Histogram Perbandingan Harga Impak Rata-rata	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Sifat-sifat Fisik Aluminium	8
2.2. Persiapan Permukaan Las	15
4.1. Hasil Uji Komposisi Kimia <i>Cast Wheel</i> Aluminium	66
4.2. Diagonal Rata-rata Hasil Injakan Indentor Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	67
4.3. Nilai Usaha yang Diserap dan Harga Impak Spesimen	67
4.4. Komposisi Kimia <i>Aluminium Alloy</i> Seri AA445.2	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Tabel Komposisi Kimia untuk Elektroda Aluminium	81
2. Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	82
3. Uji Impak	87
4. Pedoman <i>Heat Treatment</i>	89
5. Uji Komposisi Kimia <i>Raw Material</i>	90
6. Uji Komposisi Kimia Spesimen Hasil Las	91
7. Surat Keputusan Dekan tentang Izin Menyusun Skripsi.....	92
8. Surat Permohonan Izin Penelitian kepada Rektor.....	93
9. Surat Permohonan Izin Penelitian di UGM	94
10. Surat Keterangan Penelitian	95
11. Laporan Proses Pengelasan Spesimen	96
12. Daftar Kegiatan Seminar Proposal Skripsi	97
13. Foto-foto Penelitian	99